

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-49862

(P2000-49862A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 L 12/56		H 0 4 L 11/20	1 0 2 D 5 K 0 3 0
29/14		13/00	3 1 1 5 K 0 3 5

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-216287

(22) 出願日 平成10年7月30日 (1998.7.30)

(71) 出願人 390000974

日本電気移動通信株式会社

横浜市港北区新横浜三丁目16番8号 (N  
E C 移動通信ビル)

(72) 発明者 横溝 誠

神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目16番8  
号 日本電気移動通信株式会社内

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男 (外3名)

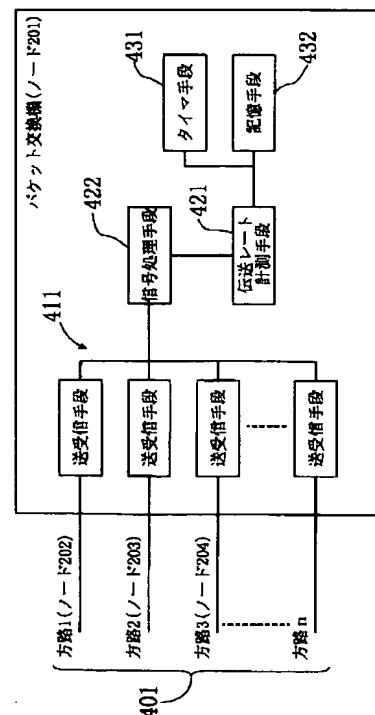
Fターム(参考) 5K030 GA03 GA12 GA13 HA08 HC01  
JT03 LB05 LB08 MB02 MB04  
5K035 BB04 CC08 CC09 DD01 EE25

(54) 【発明の名称】 パケット通信網の方路選択方式

(57) 【要約】

【課題】 端末と端末とを結ぶパケット通信網の方路選択方式において、特に輻輳状態にある経路や工事・障害等で通信不能な経路を避け最短経路を選択するパケット通信網の方路選択方式を提供する。

【解決手段】 パケット通信網において、全てのノード間の伝送路状態（実効伝送レート、輻輳状態、中継ノード数等）を逐次計測するための伝送レート計測手段421及び信号処理手段422と、得られた伝送路状態から端末と端末とを結ぶパケット通信網内に複数ある中継経路の中から最短経路を予め把握しておく記憶手段43.2とを全てのノードが持ち、パケットデータの的中継時にこれを参照して最短経路で網内を中継する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 端末と端末とを結ぶパケット通信網の方路選択方式であって、

前記パケット通信網内の各ノードにおいて、自ノードと隣接するノードとを結ぶ伝送路の輻輳状態を伝送レートに換算して方路別に逐次記憶してこれを定期的に網内全てのノードが収集しあう手段と、

収集した伝送レート情報から、端末と端末とを結ぶパケット通信網内の複数の経路の中からの最短経路の選択情報を生成する手段と、

端末からパケットデータを受信した最初のノードではパケットデータ内の宛先情報から前記最短経路の選択情報を参照して最短経路を検索し、この経路情報を受信したパケットデータに付加して次のノードへ中継する手段と、

次ノードにおいては受信したパケットデータ内の経路情報を参照してさらに次のノードへ中継する手段とを有することを特徴とするパケット通信網の方路選択方式。

【請求項 2】 端末と端末とを結ぶパケット通信網内を前記経路情報に基づいてパケットデータの中継している途中で、突発的な障害、工事等の伝送路の障害が発生した場合にも直前のノードにおいて最短経路の再検索を行うことにより新たな経路情報を生成しこれに基づいて障害中の経路を迂回する手段を有することを特徴とする前記請求項 1 記載のパケット通信網の方路選択方式。

【請求項 3】 前記最短経路の選択情報が、少なくとも各ノード間の伝送レート、回線使用率、及び中継ノード数に対応する情報を含んでいることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のパケット通信網の方路選択方式。

【請求項 4】 前記伝送レートに対応する情報が、複数の中継ノードにおける最低の伝送レートに基づいて決定される実効伝送レートを示す情報であることを特徴とする請求項 3 記載のパケット通信網の方路選択方式。

【請求項 5】 前記回線使用率に対応する情報が、複数の中継ノードにおける最低の回線使用率に基づいて決定されるその経路における最大の回線使用率を示す情報であることを特徴とする請求項 3 記載のパケット通信網の方路選択方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、端末と端末とを結ぶパケット通信網の方路選択方式において、特に輻輳状態にある経路や工事障害等で通信不能な経路を避け最短経路を選択するパケット通信網の方路選択方式であって、パケットデータのスループット向上に関する。

## 【0002】

【従来の技術】パケット通信網内には複数のパケット交換機が設置され、それぞれが専用線で結ばれる。それぞれのパケット交換機は受信したパケットデータを蓄積し次のパケット交換機へと中継する機能を持つ。つまり、

端末から端末へパケット通信網を介してパケットデータを送信する場合には網内に複数の方路が存在する。ここで、それぞれのパケット交換機のことをノードと呼ぶ。各ノードにおいては、対向するノードとを結ぶ伝送路の状態を認識し、輻輳状態もしくは工事・障害等ではない伝送路（方路）を選択する機能を持つ。

【0003】図 1 は、パケット通信網内の方路選択の一例を示す中継経路図である。図 1 において、端末 101 からパケットデータを受信したノード 201 では、ノード 202、203、204 の 3 方路が選択候補となるが、いずれの方路も輻輳や障害等ではないため（符号 Free で示す。）ノード 202 方路へパケットデータの中継する。ノード 202 では、ノード 205、203、201 の 3 方路が候補となるが、ノード 205 方路は工事のため端末 102 に近いノード 203 方路へパケットデータの中継する。ノード 203 では、ノード 205、204、201、202 の 4 方路が候補となるが、ノード 205 方路は障害のため、輻輳状態（符号 Busy で示す。）ではあるが端末 102 へ近いノード 204 方路へパケットデータの中継する。ノード 204 では、ノード 205、201、203 の 3 方路が候補となるが、輻輳状態ではなく端末 102 へ最も近いノード 205 方路へパケットデータの中継し、パケットデータはノード 205 から端末 102 へ到着する。

【0004】このように、ノード 201→202→203→204→205 という経路 301 にてパケットデータの中継することとなるも、理想はノード 201→204→205 の経路 302 である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】第 1 の問題点は、端末と端末とを結ぶパケット通信網において、最適な迂回路がわからないことによるパケットデータの伝送遅延が生じることである。その第 1 の理由は、パケット通信網内の各ノードにおいて隣接するノードとを結ぶ伝送路状態は認識しているが、隣接するノードの先の伝送路状態まで事前に認識していないからである。

【0006】第 2 の理由は、パケット通信網内に複数ある経路の内輻輳していない経路が複数ある場合に、中継するノードの数が最も少ない最短経路を事前に認識していないからである。各ノードでは、必要に応じてパケットデータを蓄積するため伝送遅延が生じる。従って、中継するノードの数が多いほど伝送遅延が増える。

【0007】本発明の目的は、端末と端末とを結ぶパケット通信網の方路選択方式において、特に輻輳状態にある経路や工事・障害等で通信不能な経路を避け最短の経路を選択するパケット通信網の方路選択方式を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、端末と端末とを結ぶパケット通信網の方路選択方式であって、前記パ

## 3

ケット通信網内の各ノードにおいて、自ノードと隣接するノードとを結ぶ伝送路の輻輳状態を伝送レートに換算して方路別に逐次記憶してこれを定期的に網内全てのノードが収集しあう手段と、収集した伝送レート情報から、端末と端末とを結ぶパケット通信網内の複数の経路の中からの最短経路の選択情報を生成する手段と、端末からパケットデータを受信した最初のノードではパケットデータ内の宛先情報から前記最短経路の選択情報を参照して最短経路を検索し、この経路情報を受信したパケットデータに付加して次のノードへ中継する手段と、次ノードにおいては受信したパケットデータ内の経路情報を参照してさらに次のノードへ中継する手段とを有することを特徴としている。ここで、最短経路選択情報は、収集した伝送レート情報から、例えば自ノードと末端ノードとを結ぶ2点間の経路毎に分類し、これら2点間を結ぶ複数の経路の中から中継するノードの数が少なく、かつノード間の伝送レートが最も早いものから順に並べて編集したものとする事も可能である。

【0009】本発明によればまた、パケットデータが前記経路情報に基づいて網内を中継している途中で突発的な障害、工事等の伝送路の障害が発生した場合にも、直前のノードにおいて最短経路の再検索を行い、新たな経路情報を基に次ノードへ中継する手段を有することを特徴とするパケット通信網の方路選択方式が得られる。

【0010】なお、前記最短経路の選択情報は、少なくとも各ノード間の伝送レート、回線使用率、及び中継ノード数に対応する情報を含むようにすることができる。また伝送レートに対応する情報は、複数の中継ノードにおける最低の伝送レートに基づいて決定される実効伝送レートを示す情報とすることができる。また、回線使用率に対応する情報は、複数の中継ノードにおける最低の回線使用率に基づいて決定される最大の回線使用率を示す情報とすることができる。

【0011】上記の構成によって本発明では、パケット通信網内の各ノードにおいて、網内全ての最新の伝送路状態を共有することにより瞬時に最適な方路選択が可能となる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、パケット通信網内の方路選択の一例を示す中継経路図である。図1を参照すると本発明の実施の形態は、パケットデータを発信する端末101と、受信したパケットデータを目的の端末102へ中継するパケット通信網内の各ノード201～205から構成されている。

【0013】図2は、図1に示す各ノード（パケット交換機）の装置構成を表すブロック図である。ただし、図2では図1のノード201に対応する方路名を示している。図2を参照すると、各ノードは、接続された各方路401に対してパケットデータを送受する複数の送受信

## 4

手段411と、各送受信手段411にて送受するパケットデータの伝送レートを計測する伝送レート計測手段421と、伝送レート計測手段421で計測した伝送レート情報をそれぞれ方路別に逐次記憶する記憶手段432と、自ノードの伝送レートを計測する時間間隔を指定する伝送レート計測タイマ、他ノードの伝送レートの計測結果を収集する時間間隔を指定する全ノード伝送レート監視タイマ等を有し、周囲の全てのノードから伝送レート情報を定期的に収集するためのタイマを作動させるためのタイマ手段431と、収集した伝送レート情報を基に、受信したパケットデータを最短経路にて中継を行う信号処理手段422から構成されている。

【0014】図3は、パケットデータの一例を示す概念図である。パケットデータは、ヘッダ部とデータ部とからなり、ヘッダ部には、発端末番号、着端末番号、着端末に接続されているノードを示す着ノード番号からなる宛先情報が含まれている。さらにこのヘッダ部は本発明で新たに追加した経路情報501を含み、経路情報501は発端末に接続されているノードを示す発ノード番号と、到着（中継）すべきノードの数を示す着ノード数と、到着すべき各着ノードを示す複数の着ノード番号とから構成されている。この経路情報は、発ノード（この場合ノード201）にて発端末から受信したパケットデータに付加される。

【0015】次に、図1～図6を参照して、本パケット通信網の方路選択方式の動作を説明する。なお、図4～図6は、パケット通信網内のノード間を結ぶ伝送路の伝送レート（bps:bits per second）を記憶する伝送レート情報601（図4）と、最短経路を求める際に対象となる中間経路の候補602（図5）と、網内のパケットデータを最短経路で中継するための情報である最短経路選択情報603（図6）をそれぞれ示す概念図である。また図4～6は、特に、端末101から最初にパケットデータを受信して方路選択を行うノード201において処理される情報を示している。また、中継経路の候補602は、複数あるノード201からノード205までの中継経路を示している。

【0016】まず図2を参照して動作の概略について説明する。各ノードでは、各方路401から送受信されるパケットデータの伝送レートを、伝送レート計測手段421にて計測し、得られた伝送レート情報（図4参照）を方路毎に記憶手段432へ格納する。ここで、得られた伝送レート情報をその方路の最大回線容量で割った値を回線使用率として輻輳状態の目安とする。続いてタイマ手段431にて作動された全ノード伝送レート監視タイマのタイムアウトで、全ノードに対して伝送レート情報の要求信号を送信して伝送レート情報を収集する。続いて収集した伝送レート情報を自ノードと全ての他ノードとを結ぶ2点間の経路毎に分類し（図4参照）、これら2点間を結ぶ複数の経路、中継するノードの数や、ノ

ード間の伝送レートの順位を含む最短経路選択情報（図 6 参照）を作成し、記憶手段 432 に格納する。なお、最短経路選択情報の作成は、信号処理手段 422 で行うようにすることもできるし、あるいは図示していない各部を制御する中央処理装置（CPU）によって行うようにすることもできる。

【0017】次に端末からパケットデータを受信した信号処理手段 422 において、受信パケットデータ内の宛先情報から記憶手段 432 に格納されている最短経路選択情報を検索して、実効伝送レート、回線使用率、中継ノード数の情報に基づいて、最短経路を割り出し、受信したパケットデータに検索した経路情報を付与して次ノードへ中継する。次ノードでは、受信したパケットデータ内の経路情報を参照してさらに次のノードへ中継を行い、目的の端末へパケットデータを中継してゆく。

【0018】次に、本パケット通信網の方路選択方式の詳細動作を説明する。図 1 を参照すると、端末 101 と端末 102 とを結ぶ中継経路は複数有り、ここではこれらの中から最短ルートを検索してパケットデータが中継される様子をノード 201 を中心に説明する。

【0019】図 2 に示すノード内の装置構成を表すブロック図をノード 201 と仮定して説明する。図 2 を参照すると、伝送レート計測手段 421 において各方路 401（対ノード 202、203、204）から送信および受信されるパケットデータの発生数とサイズ（bit）を逐次記憶手段 431 の伝送レート情報（図 4、伝送レート情報 601）の伝送レートに加算して行き、タイマ手段 431 にて作動する伝送レート計測タイマのタイムアウトにて一定時間内に各方路別に加算された伝送レートを所定の時間で割ることにより単位時間あたりの伝送レート（Kbps）を算出し伝送レート情報 601 へ記憶する。さらに算出した伝送レートをその方路の最大回線容量（bps）で割って 100% を乗じた結果をその方路の回線使用率（%）として伝送レート情報 601 へ記憶する。この使用率が所用値（仮に 60% ととする）を越えた場合を輻輳状態とする。またその方路が工事・障害中の場合は、回線使用率を 100% とする。このように得られた伝送レート、最大回線容量、回線使用率を自ノードの伝送レート情報として、伝送レート情報 601 に格納する。

【0020】続いてタイマ手段 431 にて作動される全ノード伝送レート監視タイマのタイムアウトで、全ノードに対して伝送レート情報要求信号を送信し、各ノードから受信された伝送レート情報報告信号内の伝送レート情報を取り出してノード毎に伝送レート情報 601 に格納する。全てのノードから伝送レート情報報告信号の受信を終了した時点で格納した伝送レート情報 601 から最短経路選択情報 603 を生成する。

【0021】図 5 を参照すると、中継経路の候補 602 によれば、ノード 201 とノード 205 を結ぶ経路は 9

通りある。例えばノード 201→202→205 の経路 1 を調べると、ノード 202→205 の区間の回線使用率が 100%（工事中）であることがわかる。また、ノード 201→202→203→204→205 の経路 3 を調べると、ノード 203→204 の区間の回線使用率が 70% で所用値（60%）を越えた輻輳状態になっており、中継ノード数も最も多い 4 ノードであることがわかる。一方、ノード 201→204→205 の経路 7 を調べると、ノード 201→204 とノード 204→205 の区間の回線使用率はそれぞれ 41% と 20% で低く（非輻輳状態）、かつ中継ノード数も 2 ノードと少ないことがわかる。ここで、ノード 201→204 の最大回線容量が 56 Kbps、ノード 204→205 の最大回線容量が 64 Kbps といずれか低い方の最大回線容量（この場合は 56 Kbps）がこの中継経路 7 の実効伝送レートと定める。

【0022】上記のように、ノード 201 と 205 を結ぶ個々の経路を調べて行き、各経路ごとに、発ノード番号と、各着（中継）ノード番号と、中継ノード数と、実効伝送レートと、輻輳期間及び工事障害区間の有無ならびに最大の回線使用率等の情報を示す中継経路内の伝送路状態、最短経路の候補としての度合いを最短経路選択情報 603 に記憶する。この最短経路の候補としての度合いには、実効伝送レートが最も高く、かつ回線使用率が低く（非輻輳状態）、さらに中継ノード数の少ない中継経路から順に並べ替え、最も順位の高いものを最短（☆☆☆）、次に順位の高いものを次候補（☆☆）、その次を次々候補（☆）、また候補として成立しないものには不通を示す情報を設定する。そしてこれらの情報を最短経路選択情報 603 として記憶手段 432 へ格納する。

【0023】なお、最短経路選択情報 603 は、さらに、各経路の情報に基づいて、実効伝送レートが最も早く、かつ回線使用率が低く（非輻輳状態）、さらに中継ノード数の少ない中継経路から順に並べ替えて記憶するようにしてもよい。また、最短経路の情報として、経路順に優先度を示すような情報のみ、例えば最短の経路と、それに続くいくつかの経路を示す情報（図 6 では星印の数）のみとすることもできる。これらによれば、最短経路選択情報 603 に基づく経路の選択処理を簡易にすることができる。

【0024】図 1 を参照すると、端末 101 からパケットデータを受信したノード 201 では、受信したパケットデータ（図 3）の宛先がノード 205 であることから、ノード 201～205 を結ぶ複数経路の中で最短経路を最短経路選択情報（図 6、最短経路選択情報 603）にて検索すると、ノード 201→204→205 の経路 302 が最短経路であることが求まり、これらの中継ノード番号を経路情報（図 3、経路情報 501 参照）として受信したパケットデータに付加、すなわち図 3 の

発ノード番号にノード201、着ノード数を2ノード、第1着ノード番号をノード204、第2着ノード番号をノード205として設定し、次ノードであるノード204へ中継する。ノード204では受信したパケットデータの経路情報を読み出すと、自ノード（ノード204）の次のノード番号がノード205であることがわかり受信したパケットデータをノード205へ中継する。

【0025】以上のように本実施形態ではパケット通信網内の各ノードにおいて、自ノードと隣接するノードとを結ぶ伝送路の輻輳状態を伝送レートに換算して方路別に逐次記憶し、さらにこれを定期的に網内全てのノードで収集する。そして、収集した伝送レート情報から端末と端末とを結ぶパケット通信網内の複数の経路の中から最短経路の選択情報を生成する。さらに、端末からパケットデータを受信した最初のノードではパケットデータ内の宛先情報から最短経路の選択情報を参照して最短経路を検索し、この経路情報を受信したパケットデータに付加して次のノードへ中継する。また、次ノードにおいては受信したパケットデータ内の経路情報を参照してさらに次のノードへ中継するようにしている。

【0026】なお、上記構成においては、パケット通信網内に複数ある中継経路の中から、最短経路、次最短経路、の順で次候補を予め用意しておくための手段とを全てのノードが有しているので、端末と端末とを結ぶパケット通信網内を経路情報に基づいてパケットデータを中継している途中で、突発的な伝送路の障害等が発生した場合には、直前のノードにおいて最短経路の再検索を行うことにより新たな経路情報を生成しこれに基づいて障害中の経路を迂回するようにすることも可能である。

#### 【0027】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば端末と端末とを結ぶパケット通信網の最短方路選択方式を提供できる。本発明の第1の効果は、端末と端末とを結ぶパケット通信網内を中継するパケットデータの伝送遅延を抑える（スループットを向上する）効果が得られることである。その理由は、パケット通信網内の全てのノード間の伝送路状態（実効伝送レート、輻輳状態、中継ノ

ード数等）を逐次計測する手段と、得られた伝送路状態から端末と端末とを結ぶパケット通信網内に複数ある中継経路の中から最短経路を予め把握しておく手段とを全てのノードが有することである。

【0028】第2の効果は、端末と端末とを結ぶパケット通信網内を中継している途中で突発的な伝送路障害等が発生した場合でも、伝送遅延を最小限に抑えられる効果が得られることである。その理由は、パケット通信網内に複数ある中継経路の中から、最短経路、次最短経路、の順で次候補を予め用意しておく手段とを全てのノードが有することである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 パケット通信網内の方路選択の一例を示す中継経路図である。

【図2】 パケット交換機（ノード）の装置構成を表すブロック図である。

【図3】 パケットデータの一例を示す概念図である。

【図4】 ノード間の伝送レート情報を示す概念図である。

【図5】 経路選択の際に候補となる経路情報を示す概念図である。図である。

【図6】 網内の最短経路を選択するための情報を示す概念図である。

#### 【符号の説明】

- 101, 102 端末
- 201~205 パケット交換機（ノード）
- 301, 302 中継経路
- 401 ノード内の各方路
- 411 ノード内の送受信手段
- 421 ノード内の伝送レート計測手段
- 422 ノード内の信号処理手段
- 431 ノード内のタイマ手段
- 432 ノード内の記憶手段
- 501 経路情報
- 601 伝送レート情報
- 602 中継経路の候補
- 603 最短経路選択情報

[illegible]

Diagram illustrating the internal structure of a packet exchange node (Node 201). The node consists of multiple input paths (401) connected to a central processing unit (422) via transceivers (411). The input paths are labeled as 方路1 (ノード202), 方路2 (ノード203), 方路3 (ノード204), and 方路 n. Each path contains a 送受信手段 (Transceiver). The central processing unit (422) is connected to a 信号処理手段 (Signal processing unit). The signal processing unit is also connected to a 伝送レート計測手段 (Transmission rate measurement unit) (421). The transmission rate measurement unit is further connected to a タイマ手段 (Timer unit) (431) and a 記憶手段 (Memory unit) (432).

データの進行方向 ←

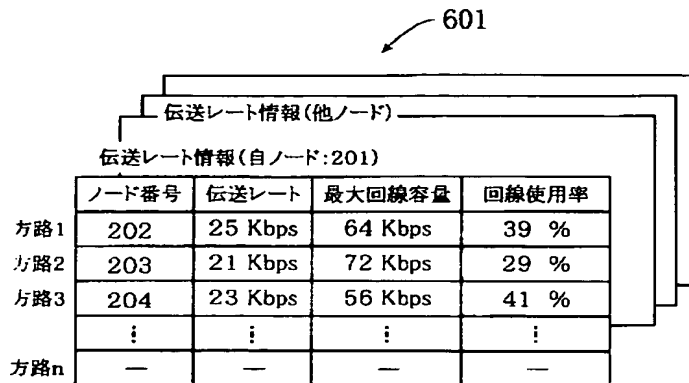
ヘッダ部 | データ部

501 (新たに追加)

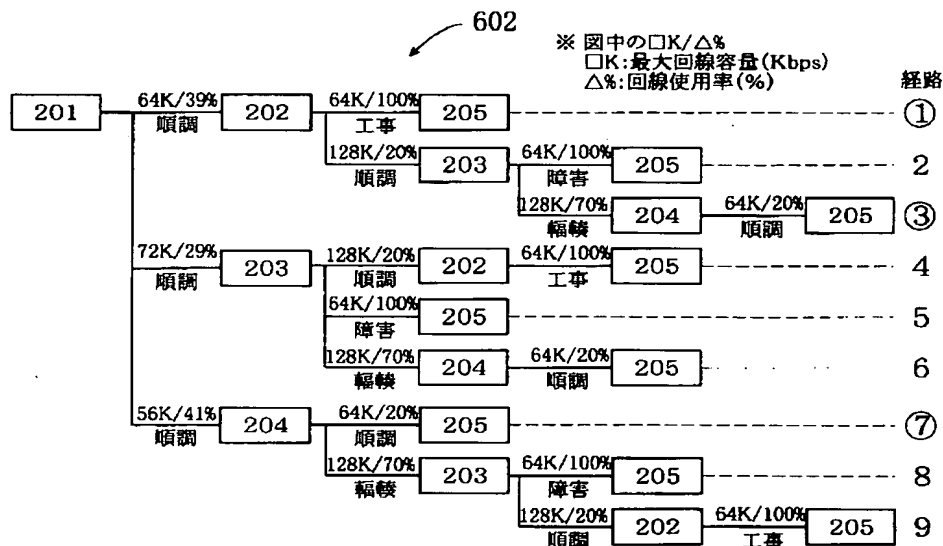
宛先情報 | 経路情報

着ノード番号	ノード205	発ノード番号	ノード201
着端末番号	端末102	着ノード数(1~n)	2ノード
発端末番号	端末101	第1番ノード番号	ノード204
		第2番ノード番号	ノード205
		⋮	
		第n番ノード番号	ノード201 にて付加

【図4】



【図5】



【図6】

最短経路選択情報(ノード201→205)

603

経路番号	発ノード	着(中継)ノード番号					中継ノード数	実効伝送レート	中継経路内の伝送路状態			最短経路
		第1	第2	第3	第4	第5			輻輳期間	工事障害区間	回線使用率	
①	201	202	205	—	—	—	2	64 Kbps	—	有	100%	不通
2	↑	↑	203	205	—	—	3	64 Kbps	—	有	100%	不通
③	↑	↑	↑	204	205	—	4	64 Kbps	有	—	70%	(次々候補)☆
4	↑	↑	203	202	205	—	3	64 Kbps	—	有	100%	不通
5	↑	↑	205	—	—	—	2	64 Kbps	—	有	100%	不通
6	↑	↑	204	205	—	—	3	64 Kbps	有	—	70%	(次々候補)☆☆
⑦	↑	↑	204	205	—	—	2	56 Kbps	—	—	41%	(最短)☆☆☆
8	↑	↑	203	205	—	—	3	56 Kbps	有	有	100%	不通
9	↑	↑	↑	202	205	—	4	56 Kbps	有	有	100%	不通